

Technik und Wirtschaft der Gemeinde- und Staatsbetriebe

Beilage zur Gewerkschaft
Organ der Arbeiter der Gemeinde- und Staatsbetriebe

2. Jahrgang

Berlin, den 7. Mai 1926

Nummer 5

Der Werdegang des Steinkohlengases.

Von der wagerechten Retorte, welche Jahrzehnte unverändert zur Gaserzeugung benutzt wurde, hat uns die Technik zu den liegenden und stehenden Großraumöfen geführt. In großen Gaswerken wird die Kohle wohl nur noch in solchen Großraumöfen vergast. Es soll hier der Betrieb von Schrägkammeröfen eines technisch modern

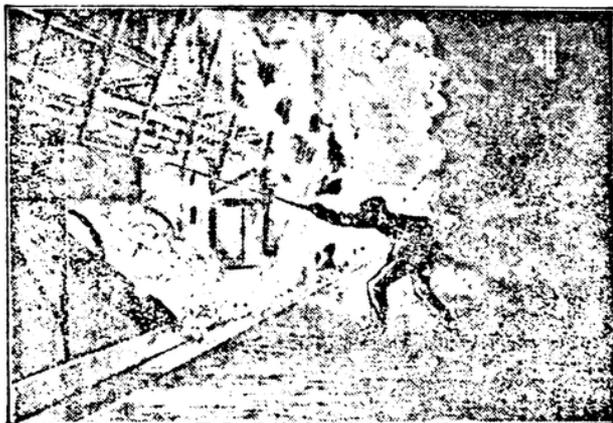
eingerrichteten Gaswerks von etwa 25 000 000 cbm Jahresproduktion besprochen werden. — Das Werk erhält die sog. Gas-Förderkohle aus westfälischen und englischen Gruben. Die Kohlen rollen mit der Bahn in die den Ofenhäusern vorgelagerten Schuppen. Die Entladung erfolgt in große, trichterförmig auslaufende Bunker, von denen aus die Kohle auf den Brecher fällt, der das Material auf das gewünschte Korn zerkleinert. Aus dem Brecher, auf Schienen fahrend, holt ein Wagen, der etwa 1500 kg faßt, die Kohle zum Fahrstuhl. Ein Hebeldruck des Fahrstuhlführers, und die mit Wasserdruck von 55 Atm. betriebene Hebebühne bringt den Wagen 10 m hoch auf den Kammerofenblock, der, nebeneinander und einander gegenüberstehend, 40 Kammern enthält. Der Wagen fährt auf Schienen über die oberhalb der Öfen liegenden Füllbunker. Ein Hebeldruck öffnet den Boden des Wagens und der Inhalt rollt in die 6500 bis 7000 kg für jede Kammer fassenden Bunker.

Der Ofenblock ist aus feuerbeständigem Material, sogenannter Chamotte, hergestellt. Den Block halten starke eiserne Zuganker und großprofilige T-Träger zusammen. Die Queranker, zwischen je drei Kammern liegend, bestehen aus Rohren von etwa 100 mm äußerem und 75 mm innerem Durchmesser, durch welche, um sie gegen Verbrennung und Streckung zu sichern, dauernd Kühlwasser läuft. Das sich auf etwa 40 Grad Celsius erwärmende Wasser wird dem Bade- und Waschraum zugeführt.

Der Vergasungsraum, Kammer genannt, hat die Form eines verhochten Rechtecks von etwa 5 m Länge, 3 m Höhe, bei einem Durchmesser von etwa 0,5 m. Der Boden der Kammer, die sogenannte Sohle, liegt auf etwa 60 Grad Neigung. Um die Kammern herum liegen die Heizkanäle. Den Unterbau durchziehen wagerecht rechteckige Kanäle, abwechselnd je eine Lage für die abziehenden Verbrennungsgase und die einströmende, vorzuwärmende Verbrennungsluft bestimmt, die Recuperation genannt. Unter dem höchsten Punkt der Kammer-sohle ist der Generator eingebaut, in welchem das Heizmaterial, der Koks, als Anfangsprodukt, in Kohlenoxyd umgewandelt wird. Am Fuß des Generators sind eiserne Doppeltüren, hinter denen schräggehende Roststäbe angeordnet sind. An dieser Stelle wird etwa alle 8 bis 12 Stunden die Schlacke und Asche

entfernt und die Schlacke von den Wandungen gelöst, damit sie abwärts fließen kann. Von Tropfplatten rieselt dauernd Wasser auf die Generatorsohle und der sich bildende Dampf zermürbt die Schlacke, um sie bei einer folgenden Reinigung des Generators leichter und unter Schonung des unverbrannten Materials, abführen zu können. Die herausgenommenen Rückstände werden einem Schlackenwäscher zugeführt, der Unverbranntes zurückgewinnt. In den Generator-Schlackentüren sind wagerechte, verstellbare Schlitze angebracht, durch welche Verbrennungsluft, sog. Unterluft, überschüssig zugeführt wird zur Bildung von Kohlenoxyd. Diese Oxydgase treten etwa an der tiefsten Stelle der Kammer-sohle, unter Mischung mit der vorgewärmten Luft, der sog. Oberluft, in die Heizkanäle, steigen in ihnen aufwärts und umspülen die Kammerwandungen. Mit Oberluft und Schornsteinzug wird reguliert, daß eine vollständige Verbrennung zu Kohlensture

und die gewünschte Temperatur erzielt wird. Letztere beträgt, je nach gewünschter Vergasungsdauer, 1000 bis 1200 Grad Celsius. Im Aussehen hell kirschrot. Die in den Schornstein abziehenden Heizgase haben noch eine Temperatur von 500 bis 600 Grad Celsius. In einem zwischen Ofenblock und Schornstein eingebauten Steilrohrkessel werden diese noch zur Dampferzeugung nutzbar gemacht. Jede Kammer hat an ihrer höchsten Stelle auf dem Ofen eine rechteckige Fülltür. Nach ihrer Öffnung wird ein auf Einschiene laufender Füllrichter herangefahren, der die Verbindung zwischen Fülltür und Bunker-auslauf herstellt. Ein Aufsatzrohr führt die Kohlenschwaden ins Freie. Mit der Auslaufklappe des Bunkers regulierend füllt sich die Kammer in gleichmäßiger Lage in ein bis drei Minuten, je nach Art des Materials. Mit Verschieb der Fülltür ist die Kohle luftdicht abgeschlossen und die Vergasung beginnt. Die Vergasungsdauer wird auf 24 bis 32 Stunden in der Regel bemessen. Vergasung ist eine trockene Destillation der Kohle. Das sich bildende Rohgas verläßt die Kammer durch ein an der Decke, etwa in der Mitte sich befindliches, aufwärts führendes, etwa 300 mm starkes Rohr, welches im rechtsseitigen Teil der sogenannten Vorlage ausmündet. Jede Kammer hat ihre Vorlage für sich. Die Vorlage ist ein rechteckiges Gefäß mit halbrundem Boden. Durch eine Querwand ist sie in zwei Hälften geteilt und so weit mit Wasser gefüllt, daß zwischen Wasserspiegel und Scheidewand ein etwa 150 mm hoher Durchgang frei ist. Ein Ablauf hält diesen Wasserspiegel konstant. Eine Längs-scheidewand taucht etwa 100 mm tief in die Vorlagenfüllung. Der abgeteilte Raum ist durch einen lose aufliegenden Deckel geschlossen. Diese Öffnung gestattet eine Kontrolle des Vorlageinners während des Betriebes. Aus dem rechtsseitigen Teil



Entladung von Vertikalöfen. Nach einer Zeichnung von Prof. Eckener.

ine
die
er
rk-
icht
er-
gen
ch-
zu
der
e.

Ge-
an
rt in
reits
von
der
Ver-
taut-
men
ms-
onen

ung
Preu-
A. G.
222,
Essen
Lahn-
G. m.
ur die
Han-
Kassal
entfren-
Ober-
A. G.
ftwerk
A. G.
A. Ost-
hiesien
er Be-

ng an
B des
zirks-
ffizient-
e der
beizu-
Staat
kreise
nt be-
in den
Kana-
ufe in
al be-
durch
ändern
Der
ndere
e Ver-
bände
ragen;
en mit
it der
steht
entrale
ntelle.
n, sich
Gesell-
Strom-
ch die
s Ver-
A. G.

ichen-
Reichs-
rungs-
Carten-
tschen
ie fest-
trieben
dlichen
ometer

SO 31

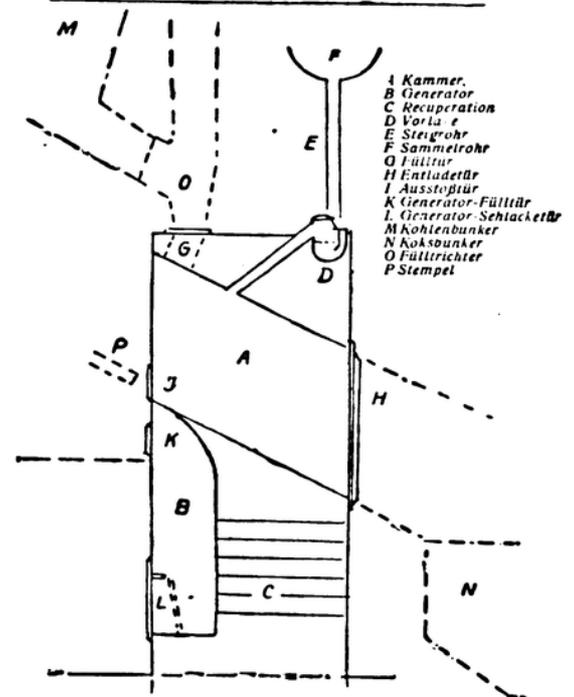
der Vorlage tritt das Rohgas, unter der Querwand hindurch, in den linksseitigen Teil und aufwärts durch das auch etwa 300 mm starke Rohr, Steigrohr genannt, in das wagerecht über alle Kammern sich erstreckende etwa 1000 mm starke Sammelrohr. Ueber das Sammelrohr verteilt sind Wassereinflüsse je zwischen zwei Steigrohren angeordnet, die, außer zu anderen Zwecken, den Vorlagen dauernd Ammoniakwasser zuführen.

Das Gas übt in der Kammer und weiter im Sammelrohr nur einen minimalen Druck aus, der, technisch bezeichnet, nur 1 bis 3 mm Wassersäule beträgt, weil mit beginnender Vergasung das Gas maschinell abgesaugt wird. Das Sammelrohr führt das Gas aller gasenden Kammern mit etwa 100 bis 110 Grad Celsius Temperatur nach den Räumen, in denen das Rohgas der weiteren Behandlung unterzogen wird. Darüber später. Nachdem die Kohle ausgegast ist, also nach etwa 24 bis 32 Stunden normal, steht in der Kammer ein Kokskuchen, der natürlich die Form der Kammer hat, jedoch etwas eingeschrumpft ist, so daß der Koks ein wenig von den Wandungen absteht. Ehe die Kammer zur Entleerung geöffnet wird, ist Vorsorge zu treffen, daß das Gas aus dem Sammelrohr durch das Steigrohr und unter der Querwand der Vorlage hindurch nicht in die Kammer zurücktreten kann. Zu diesem Zweck wird in die seitliche kreisrunde Abflußöffnung der Vorlage ein hohler, konischer, oben und unten offener Pfropfen von etwa 200 mm Länge gesteckt. Dadurch muß die Flüssigkeit in der Vorlage während des Betriebes, aus Ammoniakwasser und Teer bestehend, um 200 mm steigen, ehe sie durch die obere Öffnung des Pfropfens wieder abfließen kann.

Ist diese Höhe erreicht, taucht die Querwand der Vorlage genügend tief in den Vorlageninhalt ein, um dem Gas den Rückweg zu versperren. An der Entladeseite der Kammern, etwa 1 m unterhalb der tiefsten Stelle der Kammersohle, sind die Aufnahmebunker angeordnet. Sie sind aus eisenarmiertem Beton, für je drei Kammern Inhalt quer abgeteilt, gebaut, verlaufen nach unten trichterförmig und haben an der tiefsten Stelle eine Abzapföffnung. Auf Schienen laufend, führt über die Bunker der sogenannte Löschurm vor die zu entleerende Kammer. Der Turm ist ringsum geschlossen, oben zum Abzug des Wasserdampfes, unten zum Durchlassen des aus der Kammer fallenden Kokskuchens offen. An der dem Ofen zugewandten Seite hat der Turm einen Schlitz, etwas höher und breiter wie die Kammermaße. Hier hängen an starken Drahtseilen zwei solide Haken, die, zwangsläufig geführt, die Querstange der die Entladetür der Kammer andrückenden Gewichte packen, sobald der Löschurmführer, von seinem Stand aus neben dem Turm die Hubvorrichtung in Betrieb setzt. Dieses geschieht in der gleichen Art, wie der Straßenbahnfahrer zur Fahrt anläßt oder stoppt. Die Entladetür hebt sich und schwingt an den oben am Türrahmen befindlichen Hängen in 60-Grad-Lage. Fast unmittelbar darauf rutscht der Kokskuchen in einem Stück, auf der vorher eingeschalteten Verbindungsbrücke zwischen Kammer und Turm, aus der Kammer heraus in den Turm und unten durch in den Bunker und zerbricht.

In der Regel fällt der Kokskuchen selbsttätig heraus. Tut er das mal nicht, hilft ein Stempeldruck nach. Die Stoßmaschine läuft auf der entgegengesetzten Seite des Ofens. Die Ausstoßtür befindet sich oben über dem höchsten Punkt der

Kammersohle. Der Stempel, eine gegliederte Zahnradstange, die auf der Stoßmaschine halbkreisförmig hängt, streckt sich beim Antrieb und drückt nach Bedarf. Durch Hebeldruck wird aus einem im Turm befindlichen Wassergefäß ein Wasserregen ausgelöst, der den Koks im Bunker ablöscht. Das benutzte



Löschwasser wird gesammelt und durch eine Zentrifugalpumpe dem Turmgefäß zur Wiederbenutzung zugeführt. Ein geeichter Wagen führt auf Schienen unter die Abzapföffnung des Bunkers. Ein Hebeldruck öffnet den Verschluss und der Wagen füllt sich mit etwa 1000 kg Koks. Eine kurze Fahrt bringt ihn unter die Elektro-Hängebahn, die ihn hebt und zu dem Brecher befördert oder ihn unzerkleinert auf Waggons, auf Fuhrwerke oder auf Lager entleert. In der gleichen Weise wird der Koks für die Heizung der Kammeröfen in die Generatorbunker befördert. Eine offene Rinne verbindet den Auslaß des Generatorbunkers mit der Generatorfülltür und der Generator füllt sich für 12 bis 18 Stunden. Die Mechanisierung ist im Kammerofenbetrieb weitgehend durchgeführt. Die Entleerung der Kammer und ihre Wiederfüllung mit etwa 6500 bis 7000 kg Kohle vollzieht sich normal in 7 bis 10 Minuten. Die Beschickung erfolgt durch vier Personen. H. B.

Wasserschläge in Dampfkraftanlagen.

Zusammenfassung: Im nachfolgenden werden die Folgen von Wasserschlägen an Dampfmaschinen und Dampfturbinen gezeigt. Es wird erklärt, wie selbst kleinste Wasserschläge, wenn die Einwirkung auf die Beschleunigung einer Dampfturbine nur genügend lange anhält, zu den größten Ausständen führen können. Weiter wird noch auf die Ursache des Vorhandenseins von größeren Wassermengen und feinen Wasserschlägen im Dampf hingewiesen. Auch die Ursache des Vorhandenseins von Schäumen wird erklärt. Die Wirkung des Schlammes auf die Maschinen und das Posten derselben bei Pechnöfen des Dampfes wird noch erwähnt.

Grundsätzlich ist zweierlei zu unterscheiden: die Auswirkung der Wasserschläge bei Kolbendampfmaschinen und bei Dampfturbinen. Bei der Kolbendampfmaschine führt das Mitreißen von Wasser fast stets zum Verbiegen der Kolbenstange oder zum Abreißen der Zylinderdeckel, besonders dann, wenn es viel Wasser ist und wenn eine Kolbenmaschine einen kleinen schädlichen Raum hat. Letzteres ist bei modernen ortsfesten Kondensationsmaschinen (nicht Lokomotiven) durchweg der Fall, da der tote, daher „schädliche“ Raum, der durch die Steuerkanäle, Spiel zwischen Kolben und Deckel usw. hervorgerufen wird, mit allen Mitteln kleingehalten werden

muß, um die höchstmögliche Wirtschaftlichkeit zu erreichen, nur wenige Liter (1 bis 2 Proz. des Hubvolumens) Wasser aufnehmen kann, alles eventuell noch mehr mitgerissene Wasser muß durch die oft an den Zylinderenden vorgesehenen Sicherheitsventile heraus. Geht dies nicht schnell genug, so ist meist großer Bruch an Deckel, Kreuzkopf, Kolbenstange und Stangenkopf die Folge. Daß hierdurch auch das Bedienungspersonal gefährdet ist, dürfte klar sein. Jeder alte erfahrene Maschinist aus der Großkolbendampfmaschinenzeit in den Elektrizitätswerken und Bergwerksförderanlagen wird vorstehendes bestätigen können. Und selbst „wenn alles nochmal gut gegangen ist“, eine vorübergehende Betriebsstörung ist sicher eingetreten. Wenn eine Zerstörung einzelner Maschinenteile eingetreten ist, so kommen noch zwei sehr unangenehme Dinge, erstens kosten Reparaturen dieser Art meist sehr viel Geld. Es ist dann nicht mit einigen Mark abgetan, und zweitens, was oft noch viel schwerwiegender ist, die betreffende Maschine ist für Monate nicht betriebsfähig, dies kann für kleine Anlagen (Webereien, Kunstseidefabriken, Pump-

stationen, Zuckerfabriken, Bergwerksförderanlagen), wo dann meist nur eine Betriebsmaschine ist, zur völligen Stilllegung des Werkes führen.

Leider ist ein Wasserschlag für Dampfturbinen seltener mit einer sofort äußerlich einwandfrei bemerkbaren Wirkung (Zerstörung der Beschauflung usw.) verbunden. Die Maschine läuft etwas unruhig, wenn Wasser vom Dampf mitgerissen wird, sie fällt mit der Drehzahl ab und dann ist scheinbar alles in Ordnung. Meist ist es nun aber nicht so, die feinen Wassertropfen, die unter Umständen mit mehreren 100 Metern Geschwindigkeit pro Sekunde (20 bis 25 m Geschwindigkeit pro Sekunde ist die normale Geschwindigkeit der D-Züge) durch die Beschauflung der Turbine hindurchtreten, treffen die Schaufeln so hart (Wasser ist nicht zusammendrückbar und wirkt hier wie z. B. ein Schrotkorn eines Jagdgewehres!), daß diese in der Regel feine Haarrisse bekommen, die zunächst nichts schaden. Nun weiß jeder Praktiker sehr gut, daß ein Riß z. B. an einem Gebäude oder an einer Maschinengrundplatte länger wird, wenn man ihn nicht abmauert bzw. abbohrt. Ebenso hier. Der Schaufelriß wird größer und größer. Tritt einmal aus einem anderen Grund eine Erschütterung auf, so ist dann meist das Schicksal der Beschauflung bestimmt. Irgendeine Schaufel reißt, durch die Erschütterung in Schwingung gebracht, weiter ein. Sie verliert hierdurch an Festigkeit und schließlich bricht sie ab. Die Folge ist klar. Platz ist in dem Innern von Dampfturbinen nicht vorhanden. Ein Abbrechen einer großen Zahl von Schaufeln — Schaufelsalat — ist die Folge und man kann froh sein, wenn nun nicht eine völlige Zerstörung der ganzen Turbine, wie Brechen der Räder, der Welle und damit meist eine Explosion der Turbine selbst eintritt.

Es seien hier einige Sätze aus dem Buch des verstorbenen Direktors der AEG-Turbinenfabrik, Dr.-Ing. O. Lasche: „Konstruktion und Material im Bau von Dampfturbinen und Turbodynamos“ angeführt.

„Ganz abgesehen von der während des Anfahrens zu fordernden Entwässerung ist das Mitreißen von Wasser während des vollen Betriebes für die Turbine verhängnisvoll; Wasser ruft auch schon in kleinen Mengen erhebliche zusätzliche Biegebeanspruchungen durch Stoßwirkung an den Schaufeln hervor.“

Es sei nun nur noch über die beiden Punkte „Ursache und Wirkung“ ein bestimmter Fall erwähnt. Eine 20 000-Kilowatt-Turbine bekam morgens beim Inbetriebnehmen mehrerer Kessel, die Turbine selbst war schon mehrere Tage ununterbrochen in Betrieb, durch Ueber Speisen (zuviel Speisewasser ist durch ein Versehen in einen Kessel gepumpt worden) einen heftigen Wasserschlag, es ging aber alles scheinbar gut. Genau 14 Tage später erhielt der von dieser Turbine angetriebene Stromerzeuger einen Kurzschlußstoß aus seinem Stromversorgungsgebiet. Dieser Stoß ist für die Antriebsturbine eine momentane Ueberlastung. Er übt stets eine starke Bremswirkung auf die Turbine aus, die mit einer heftigen Erschütterung verbunden ist. Die hieraus nun entstandenen Folgen lassen sich voraussagen. Leider trat nun auch nachstehendes ein: Der Turbosatz war noch drei Tage in Betrieb, er wurde innerhalb dieser Zeit immer unruhiger und mußte dann stillgesetzt werden. Der Befund: es waren von einem Rad 57 Schaufeln ausgebrochen und die schwere über 300 mm starke Welle hatte $\frac{1}{8}$ mm Schlag. Die Folge: ein halbes Jahr war der Turbosatz nicht betriebsbereit, die direkten Reparaturkosten betragen annähernd 100 000 Mark.

Nun zu der Ursache, wie und weshalb Wasser mitgerissen wird. Hier können wir zweierlei unterscheiden. Der Unterschied ist schon aus dem Vorhergehenden zu entnehmen. Einmal der direkte Wasserschlag, das andere Mal das in Form von feinen Tröpfchen vorübergehend oder dauernd im Dampf enthaltene Wasser. Der Wasserschlag ist für Dampfturbine und Kolbendampfmaschine in gleichem Maße gefährlich. Auch die Wassertropfen sind beiden Maschinengattungen gefährlich, vor allem aber der Dampfturbine, die — ebenso wie der Mensch den Hagel im Sommer oder den Treibschnee an einem kalten Wintertag in seinem Gesicht nicht auf die Dauer verträgt — als empfindlichere der beiden Maschinen auch das Dampf-Wassergemisch nicht ungestraft verarbeiten kann.

An einem Wasserschlag, d. h. plötzlich vorübergehend in größerer Menge aus den Dampfkesseln mitgerissenes Wasser, ist fast stets ein Versagen der Kesselspeisevorrichtung schuld, entweder indirekt, d. h. bei Handspeisung, Regeln der notwendigen Speisewassermenge von Hand, weil der Heizer zuviel

Wasser in den Kessel gegeben hat und dadurch das Wasser in die Dampfableitungen überläuft; oder direkt, weil das Speiseventil undicht geworden ist oder auch klemmt, so daß der Heizer unter Umständen in dem Glauben sein kann, daß das Ventil, obwohl es nicht der Fall ist, geschlossen ist. Bei automatischer Regelung (Speisewasserregler wie Hannemann, Copes), weil der Regler versagt. Zu letzterem sei bemerkt, daß der Speisewasserregler sehr gefährlich werden kann, wenn man glaubt, es sei nicht mehr notwendig, den Wasserstand zu beobachten. Klemmen des Reglerventils, Reißen des Schwimmerbandes und Festklemmen der Ausdehnungsrohrgelenke ist schon oft eingetreten.

Schließlich kann man Wasserschläge noch bekommen, wenn bei der Wiederinbetriebnahme von Dampfrohrlösungen oder Maschinen nicht genügend entwässert wird. Dies ist ein sehr wichtiger Punkt. Das Entwässern ist ganz besonders dann erforderlich, wenn man ein weit verzweigtes Rohrleitungsnetz hat, das mit vielen Bogen durch mehrere Etagen läuft, also kurz gesagt viele „Wassersäcke“ hat.

Die Entstehung der feinen Wassertropfen, die dauernd mitgerissen werden, ist in zu kleinen Ueberhitzern der Dampfkessel oder zu hoch belasteten Kesseln zu suchen. Das letztere heißt: der Kessel liefert so viel Dampf, daß der Ueberhitzer diesen nicht mehr genügend überhitzen kann und vor allem kann das Wasser, das der Dampf besonders bei hoher Beanspruchung aus dem Kessel mitbringt, nicht mehr verdampfen, so daß der Kessel nicht „überhitzten Sattdampf“, sondern „überhitzten Naßdampf“ liefert.

Für vorübergehend in fein verteilter Menge mitgerissenes Wasser kann als Grund auch alles Vorhergehende angenommen werden, hier sei ein besonders hierfür passender Fall nur noch erwähnt. Es gibt Heißdampf-temperaturregler, die nach dem Prinzip der „Abkühlung mit Wärmerückgewinnung“ arbeiten, d. h. man führt einen Teil des eventuell zu hoch überhitzten Dampfes durch ein Rohrsystem, das im Wasser des Kessels liegt. Da nun dieses Wasser eine tiefere Temperatur als der Dampf hat, kühlt sich der durch das Rohrsystem hindurchgeleitete Dampf ab und man erreicht mit Hilfe eines Regelorgans die gewünschte Dampf-temperatur. Diese Regelung arbeitet sehr gut, nur ist zu befürchten, daß das Rohrsystem undicht wird und dann in geringer Menge Wasser mitgenommen wird, bis bei einer Kesselüberholung der Schaden gefunden wird.

Zwei weitere Punkte, die für den Praktiker von größtem Interesse sein sollen, möchte ich noch kurz streifen. Wir brauchen für unsere Turbinen und Kessel besonders heute und in der Zukunft, wo die Betriebsdrücke höher und höher werden (bei A. Borsig, Berlin-Tegel arbeitet eine 800 PS-Kolbendampfmaschine mit 60 at, das Kraftwerk Charlottenburg der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A.-G. arbeitet mit 35 at, die erste Hochdrucklokomotive, die mit 60 at arbeitet, ist in Versuchsbetrieb), die Kessel- und Turbinenkonstruktionen mehr und mehr entwickelt werden, wo alles nach höchster Vollkommenheit, d. h. geringstem Brennstoffverbrauch strebt und streben muß, ein einwandfreies Kesselspeisewasser. Die Speisewasseraufbereitungsanlage einer Dampfkesselanlage ist eine der wichtigsten Nebeneinrichtungen. — Die Folgen von ungeeignetem Speisewasser im Kesselbetrieb gehören nicht in diesen Artikel, sie sind sehr unangenehm und können Kessel-explosionen herbeiführen. — Der feine vom Dampf mitgeführte Schlamm wird besonders bei hohen Temperaturen zu körnigem Staub und wirkt dann wie Sandstrahl auf die Schaufeln. Er nützt die scharfen Eintrittskanten ab und höhlt den Schaufelgrund aus. Ein Teil des Schlammes setzt die Schaufeln allmählich zu, hierdurch steigt der Dampfverbrauch der Maschine und das Kammlager wird infolge des durch die Verschmutzung verursachten größeren Achsialschubes warm. An den verschiedensten anderen Störungen und Schäden ist der Schlamm- und Kesselstein schuld.

Als letztes sei noch das Rosten der Dampfkraftmaschinen während der Betriebspausen erwähnt. Nach dem Stillsetzen einer Kolbendampfmaschine oder Dampfturbine verdampft die in dem Zylinder oder der Turbine noch enthaltene Feuchtigkeit, da noch alle Teile warm sind, vollkommen, wenn alle Dampfsperreorgane dicht abschließen, d. h. wenn kein Dampf nachströmt. Ist dies aber nicht der Fall, so tritt das gefürchtete Rosten ein, und man kann es erleben, daß man nach nur einem Jahr besonders an den letzten Turbinenrädern starke Rostanfressungen findet, die eine Erneuerung der ganzen Beschauflung notwendig machen.

Dipl.-Ing. Groppe.

Die Kläranlage für die Münchener Abwässer.

Die Verunreinigung der Isar durch die Münchener Abwässer hatte nach und nach solche Uebelstände gezeitigt, daß die Stadtverwaltung allen Ernstes für Abhilfe sorgen mußte. Sie einigte sich daher mit der „Mittleren Isar A.-G.“, die an der Lösung des Problems ebenfalls interessiert war, auf Errichtung einer großen Kläranlage. Diese ist Ende des Jahres 1925 fertiggestellt und in Betrieb genommen worden.

Die Ausmaße der gesamten Kläranlage sind für einen Abwasserzufluß von 3,6 cbm/sek. berechnet. Diese Menge ist ungewöhnlich groß und entspricht sonst der Abwassermenge einer Stadt mit 1 Million Einwohnern. Die Ursache des Mehrausfalles in München liegt in der überaus starken Bereicherung der Münchener Abwässer durch Grund-, Bach- und Fabrikwässer. Gleichwohl ist die Kläranlage imstande, bei Sturzregen auch bis zu 10 cbm/sek. zu bewältigen. Eine Erweiterungsmöglichkeit auf das doppelte Maß der gegenwärtigen Abwassermenge ist vorgesehen und somit auch die Zukunftsentwicklung ausreichend berücksichtigt.

Die Kläranlage, der eine Grobrechen- und Sandfanganlage vorgebaut ist, besteht aus 16 Klärbecken, die in einem Geviert derart sinnreich angeordnet sind, daß sie eine gleichmäßige Verteilung des Abwassers auf sämtliche Becken gewährleisten. Jedes dieser einzelnen Klärbecken ist unterteilt in zwei von Abwasser durchflossene Absitzbecken mit darunter angeordneten Frischschlammfängen und einem Faulraum. Die Absitzbecken sind je 25 m lang und 5,5 m breit und im Mittel 3,5 m tief. Die Durchflußzeit des Abwassers durch ein derartiges Absitzbecken ist auf eine Stunde festgelegt, wobei etwa 70 Proz. der Verunreinigungen zu Boden sinken und durch einen am Boden befindlichen Schlitz in die Frischschlammfängen oder den Faulraum hineingleiten. Jeder Faulraum umfaßt 1440 cbm, so daß insgesamt $16 \times 1440 =$ rund 23 000 cbm Faulraum zur Verfügung stehen. Je nach Bedarf — für landwirtschaftlichen Gebrauch — kann der Frischschlamm nach ein bis zwei Tagen, der Faulschlamm nach vier Monaten entnommen werden. Es geschieht dies selbsttätig auf hydraulischem Wege (Schlammumpferwerk mit 60 cbm Stundenleistung) bis zu den 20 Schlammfängern von 11 400 qm Gesamtläche. Das nächst der Kläranlage gelegene städtische Gut Großhagen wurde von dem Kläranlagenbetrieb, den die „Mittlere Isar A.-G.“ vorerst die nächsten 20 Jahre auf gemeinsame Kosten durchführt, gepachtet. Es bietet das landwirtschaftliche Gelände, auf das die anfallenden Schlammengen als Dünger mittels Traktoren und Streuwagen gebracht werden sollen. Aber auch Schlammabgabe an Private und Kultivierung von Moorgebiete sind vorgesehen.

Damit gelangt jedoch erst der mechanische Klärprozeß zum Abschluß. Zur völligen Reinigung der Abwässer bedarf es noch der biologischen Nachreinigung. Zu diesem Zweck fließt das mechanisch geklärte Abwasser zunächst zwei Ausgleichsbecken zu, von denen infolge der räumlichen Verhältnisse das eine rechts, das andere links der Isar angeordnet werden mußte. Die Verbindung beider Ausgleichsbecken erfolgt mittels eines die Isar unterquerenden Dükers, bestehend aus zwei mit Beton ummantelten Röhren von je 1,8 m lichter Weite und 100 m Länge. Auf das massive Bauwerk des Dükers sich gründend, ist eine Brücke aus Eisenbeton aufgebaut, die für den Passanten-, Fuhrwerks- und Feldbahnverkehr eine willkommene Uferverbindung darstellt. Die beiden Ausgleichsbecken besitzen rund 1300 m Länge und 70 000 cbm Fassungsvermögen. Sie waren erforderlich, um die im Tageslauf ungleichmäßig anfallenden Abwassermengen in geregelter Weise einem Pumpwerk zuführen zu können. Durch dieses elektrisch betriebene Pumpwerk (drei Pumpen-Aggregate von zusammen 27 000 cbm Stundenleistung) wird das Wasser in eine 1400 m lange Druckrohrleitung von 2 m lichter Weite gedrückt und durch diese dem Werkkanal der Großwasserkraftanlage der „Mittleren Isar A.-G.“ zur Kraftausbeute zugeleitet.

Für den zweiten Ausbau ist die Anlage von Abwasser-, Fisch- und Ententeichen vorgesehen, zu welchem Zweck die Druckrohrleitung auf einer bereits erlangten Dreiecksbogenbrücke von 28 m Spannweite über den Werkkanal geführt ist. Im Anschluß hieran werden dann die mechanisch geklärten Ab-

wässer zu den Fisch- und Ententeichen im Erdinger Moos durch eine 7 km lange Eisenbeton-Druckrohrleitung geleitet werden. Mit einer Gesamtfläche von 233 ha werden diese der „Mittleren Isar A.-G.“ eigenen und von dieser betriebenen Abwasser-, Fisch- und Ententeiche zur Aufnahme der gegenwärtigen Abwassermengen von 3,6 cbm/sek. (unter Zusatz von 18 cbm/sek. Frischwasser aus dem Werkkanal) ausreichend sein, um den biologischen Reinigungsprozeß restlos zu ermöglichen. Erweiterung auf 323 ha Teichfläche für eine doppelte Steigerung der Abwässer ist vorgesehen. Das ganze Gebiet der Kläranlage ist mittels eines 2 km langen Normalspurgleises an die Reichsbahn angeschlossen und durch eine Schmalspur auch an die Werkbahn der „Mittleren Isar A.-G.“.

Der ganze Klärungsprozeß der Abwässer vollzieht sich geruchlos und hygienisch einwandfrei. Gleichzeitig ergibt sich folgender produktiver Gewinn: Mittels des in den 16 Klärbecken anfallenden Faulschlammes können jährlich etwa 400 Tagewerk gedüngt werden. Eine Mischung mit Feinmüll (städtische Hausunratabfuhr) würde Mengedünger für 1000 Tagewerk und mehr ergeben. Außerdem sind Schlammabgabe und Verrieselungsverfahren vorgesehen. Weiter ist eines der Klärbecken überwölbt, um die Faulgase abzufangen und Erfahrungen über deren Verwertbarkeit durch die städtische Gasanstalt zu sammeln. Nach anderwärts gemachten Erfahrungen ist auch hier eine gute Verwertungsmöglichkeit gesichert. Aus den Abwasser-, Fisch- und Ententeichen von 233 ha Fläche würden jährlich etwa 2330 Zentner Fischfleisch und 1165 Zentner Ententeichfleisch dem Münchener Markt zugeführt werden können. Schließlich bedeutet noch die Überleitung der gereinigten Abwässer in den Werkkanal der „Mittleren Isar A.-G.“ einen Kraftgewinn von jährlich 3 150 000 kWh.

Die Anlagekosten für die eigentliche Abwasserklärungsanlage tragen Stadtgemeinde München und „Mittlere Isar A.-G.“ gemeinsam, während die zwei Ausgleichsbecken nebst Isardüker und -brücke, das Hauptpumpwerk und hierzu gehöriges Arbeiterwohnhaus, Druckrohrleitung und Abwasserfischteiche auf Kosten der „Mittleren Isar A.-G.“ allein gehen.

So hat es die Technik fertigebracht, nicht allein eine für München unabweisbar gewordene hygienische Forderung zu erfüllen, sondern auch die hierfür erforderlichen Aufwendungen durch weitestgehende Ausübung und Verwertung der Abwässer möglichst produktiv zu gestalten. Gewiß ein Erfolg gemeinsamer Arbeit, auf den „Mittlere Isar A.-G.“ und Stadtgemeinde München mit berechtigter Befriedigung blicken können.

RUNDSCHAU

Weißer Kohle in Bayern. Ein technischer Kulturfilm der Bundesfilm A.-G. „Die weiße Kohle“, gibt einen großartigen Überblick über die gewaltige Energieaufspeicherung der bayerischen Wasserkraftwerke. Die in den schlimmen Jahren von 1918 bis 1923 geleistete Arbeit ist enorm. Allein an der mittleren Isar waren 8000 Arbeiter beschäftigt, 100 000 Waggons Erde mußten untransportiert, ein Fluß ausgeschippt und verlegt, und die Kraftwerke auf eisernen Trägern, die tief in den Boden gerammt wurden, errichtet werden. Wie die Wildwasser eingefangen und in die riesigen Pöhre gezwängt werden, die an den Bergabhängen wie Orkideen liegen, wie die 200 Meter hinabschießen ins Kraftwerk, wo die Turbinen ihren Wucht entfalten und den Dynamomaschinen übertragen, das alles zeigt die kolossale Schönheit technischer Anlagen. Herrlich ist der Kanal an der Isar mit seinen 57 Bächen, und die Leersbasse, die die überschüssigen Wassermengen aufnehmen, sind schöner als die Kaskaden der größten Wasserfälle. Massive Masten führen den gewonnenen Strom aus den Bergen im Walden- und Koeßelsee in das weite Land. Die drei Hauptwerke, Walhenseekraftwerk, Isarwerk und die Anlagen an der mittleren Isar zwischen München und Moosburg, produzieren jährlich 10 Milliarden Kilowattstunden, die das Bayernwerk bis nach Württemberg, Franken und Sachsen trägt. Die Anlagen in Rheinfelden, des Frankenwerkes und der Werke des Braunkohlenbezirks in Sachsen schöpfen das mächtige Kraftnetz, das Oskar von Miller, der Gründer des Deutschen Museums, geplant hatte. Die Produktion der drei bayerischen Werke ist zweifelslos so groß als der Verbrauch von Groß-Berlin. 500 000 Eisenbahnwaggons Kohle wären nötig, um die 10 Milliarden kWh zu erzeugen.